ИНЖЕНЕРНО-АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

УДК 631.31

Н.А. СОКОЛ, В.В. ГУЛЬТЯЕВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОТАЦИОННОГО РЫХЛИТЕЛЯ ПОЧВЫ

Приведены результаты экспериментальных исследований бесприводного ротационного рыхлителя почвы. Даны рекомендации по выбору его конструктивных параметров.

Ключевые слова: *ротационный рыхлитель, конструктивные параметры.*

Введение. Создание новых ротационных орудий для обработки почвы требует разработки секций рыхлителей, обеспечивающих сплошное рыхление. В работе [1] проведено исследование рабочего процесса взаимодействия лопаток двухбарабанного рыхлителя с почвой (рис.1).

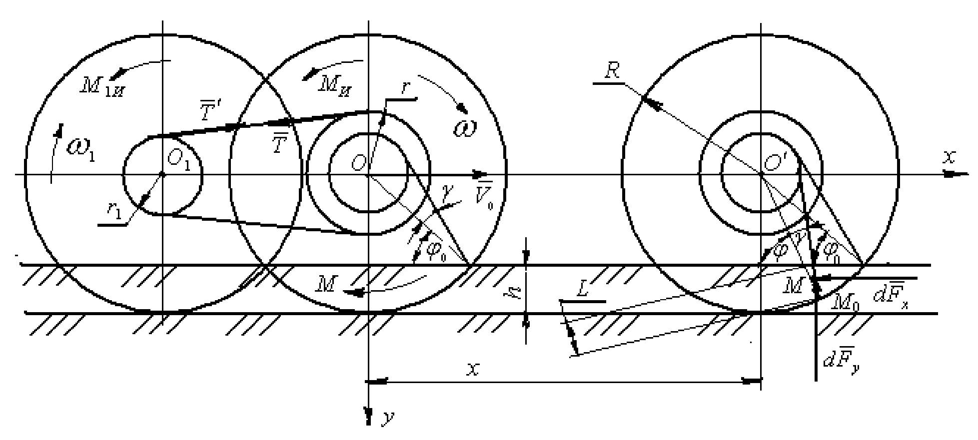


Рис.1. Схема рыхлителя

Получено дифференциальное уравнение вращательного движения ротора:

$$J_O \frac{d^2\varphi}{dt^2} + J_{O1} i \frac{d^2\varphi}{dt^2} + kbR^3 \frac{d\varphi}{dt}[f_2(\varphi) + f_2(\varphi + \alpha)] +$$

$$+ i^2 k_1 b_1 R^3 \frac{d\varphi}{dt} f_2(i\varphi) - kbR^2 V_0 [f_1(\varphi) + f_1(\varphi + \alpha)] - ik_1 b_1 R^2 V_0 f_1(i\varphi) = 0,$$

где

$$f_1(\varphi) = \frac{\sin^2\varphi - \sin^2\varphi_0}{2};$$

$$f_2(\varphi) = (\sin\varphi - \sin\varphi_0)[\sin^2\varphi + \cos^2\varphi \frac{\cos(\varphi + \gamma)}{\sin(\varphi + \gamma)} -$$

$$(\sin\varphi - \sin\varphi_0)^2[\sin^2\varphi + \cos^2\varphi\frac{\cos^2(\varphi+\gamma)}{\sin^2(\varphi+\gamma)} +$$

$$+\frac{(\sin\varphi - \sin\varphi_0)^3}{3}\left(1+\frac{\cos^3(\varphi+\gamma)}{\sin^3(\varphi+\gamma)}\right);$$

$$f_1(\varphi+\alpha) = \frac{\sin^2(\varphi+\alpha) - \sin^2\varphi_0}{2};$$

$$f_2(\varphi+\alpha) = [\sin(\varphi+\alpha) - \sin\varphi_0][\sin^2(\varphi+\alpha) +$$

$$+\cos^2(\varphi+\alpha)\frac{\cos(\varphi+\alpha+\gamma)}{\sin(\varphi+\alpha+\gamma)}] - [\sin(\varphi+\alpha) - \sin\varphi_0]^2 +$$

$$+[\sin(\varphi+\alpha) + \cos(\varphi+\alpha)\frac{\cos^2(\varphi+\alpha+\gamma)}{\sin^2(\varphi+\alpha+\gamma)}] +$$

$$\frac{[\sin(\varphi+\alpha) - \sin\varphi_0]^3}{3}[1+\frac{\cos^3(\varphi+\alpha+\gamma)}{\sin^3(\varphi+\alpha+\gamma)}].$$

$$f_1(i\varphi) = \frac{\sin^2\varphi_1 - \sin^2\varphi_0}{2};$$

$$f_2(i\varphi) = (\sin\varphi_1 - \sin\varphi_0)[\sin^2\varphi_1 + \cos^2\varphi_1\frac{\cos(\varphi_1+\gamma)}{\sin(\varphi_1+\gamma)}] -$$

$$-(\sin\varphi_1 - \sin\varphi_0)^2[\sin\varphi_1 + \cos\varphi_1\frac{\cos^2(\varphi_1+\gamma)}{\sin^2(\varphi_1+\gamma)}] +$$

$$+\frac{(\sin\varphi_1 - \sin\varphi_0)^3}{3}\left(1+\frac{\cos^3(\varphi_1+\gamma)}{\sin^3(\varphi_1+\gamma)}\right).$$

В результате анализа полученного уравнения выведены соотношения между кинематическими и конструктивными параметрами рыхлителя.

$$\omega = \frac{V_0}{R}\lambda = \frac{if_1(i\varphi) + c[f_1(\varphi) + f_1(\varphi+\alpha)]}{i^2 f_2(i\varphi) + c[f_2(\varphi) + f_2(\varphi+\alpha)]},$$

где $c = \frac{kb}{k_1 b_1}$, k – коэффициент, характеризующий сопротивление почвы;

b – ширина лопатки рабочего органа; i – передаточное отношение.

Постановка задачи. Целью данного исследования является расчетное и экспериментальное определение конструктивных параметров рыхлителя.

Решение задачи. Произведен расчет конструктивных параметров рыхлителя при различных кинематических параметрах. Результаты расчета приведены в таблице.

Расчетные значения конструктивных параметров рыхлителя

			Угол поворота ротора						
i	C	Углы γ, град.	5	10	15	20	25	30	
i =3	C=4	$\gamma = \gamma_1 = 10$	0,755	0,695	0,683	0,749	1,01	1,32	
		$\gamma = \gamma_1 = -10$	0,698	0,672	0,669	0,724	0,921	1,24	
		$\gamma = \gamma_1 = 0$	0,727	0,685	0,678	0,737	0,963	1,28	
		$\gamma=0$, $\gamma_1=10$	0,746	0,688	0,676	0,741	0,993	1,28	
		$\gamma=0$, $\gamma_1=-10$	1,708	0,68	0,676	0,732	0,935	1,28	
		$\gamma=10$, $\gamma_1=0$	0,735	0,691	0,683	0,745	0,98	1,2	
		$\gamma=-10$, $\gamma_1=0$	0,717	0,675	0,669	0,729	0,948	1,2	
		$\gamma=10$, $\gamma_1=10$	0,715	0,688	0,683	0,74	0,951	1,32	
		$\gamma=-10$, $\gamma_1=10$	0,736	0,68	0,669	0,733	0,977	1,25	
i=3	C=6	$\gamma = \gamma_1 = 0$	0,862	0,757	0,752	0,817	1,029	1,28	
i=l			1,09	1,105	1,14	1,18	1,23	1,267	1,28
i=l,5	C=4	$\gamma = \gamma_1 = 0$	1,038	1,039	1,061	1,085	1,106	1,12	1,14
i=2			0,949	0,93	0,931	0,938	0,96	1,01	1,1
i=2,5			0,839	0,804	0,793	0,809	0,884	1,07	1,33
i=4			0,538	0,499	0,55	0,938	-	-	-

Для экспериментального исследования была изготовлена установка (рис.2). Опыты проводились в почвенном канале с применением рентгенографического оборудования. По результатам рентгенографического анализа были найдены оптимальные значения углов установки γ на диске. Этот угол характеризует отклонение лопатки от радиального положения относительно центра.

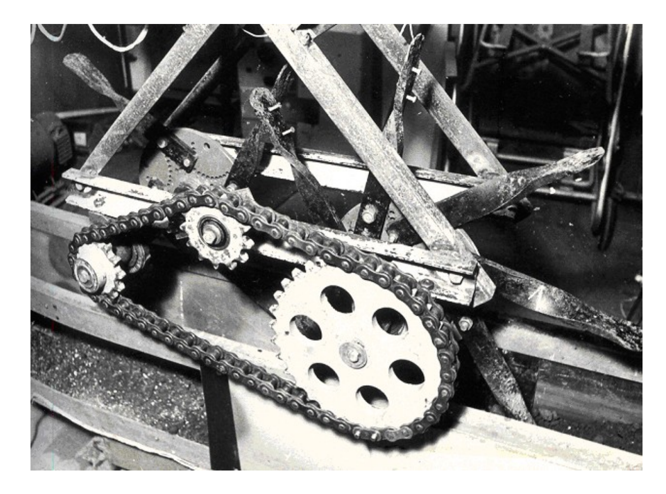


Рис.2. Экспериментальная установка

При положительных углах установки лопаток на ведущем диске происходит рыхление почвы за счет подрезания слоя почвы и последующего крошения при перемещении его по плоскости лопатки. Это наблюдается лишь в начальный момент ее заглубления в почву, а затем до максимального заглубления лопатки преобладают деформации сдвига почвы, характерные для жестких стоек рабочих органов культиваторов. На стадии выглубления имеет место рыхление и уплотнение почвы с проявлением деформации сдвига. Причем наибольшее влияние в конечной стадии приобретает процесс уплотнения, характеризующийся «защемлением» сдвигаемых слоев почвы между плоскостью лопатки и нижним необработанным слоем.

Установка лопаток под положительным углом ($+\gamma$) на ведомом диске приводит к некоторому улучшению условий заглубления лопатки в почву за счет более отвесного входа ее в почву с ударом преимущественно лезвийной части, что обусловливает более интенсивное крошение комков почвы. На стадии выглубления в этом случае лопатка выполняет ярко выраженную функцию швырялки, отбрасывая часть почвы назад и образуя на дневной поверхности почвы характерную лунку.

При установке лопаток на диске под отрицательным углом ($-\gamma$) от радиального положения процесс деформации почвы имеет следующие особенности. Ведущий диск в основном выполняет рыхлительную функцию. При этом преобладает рыхление за счет подрезания слоя почвы и деформаций сдвига при перемещении почвы по плоскости лопатки за счет изменения угла крошения. В этом случае профиль дна бороздки, проделываемый в почве лопаткой, характеризуется более плавным заглублением лопатки, то есть более длительной фазой заглубления и более короткой стадией выглубления (менее пологой кривой выхода) лопатки из почвы.

Для заднего диска свойственны функции уплотняющего воздействия лопаток на почву, особенно в стадии заглубления и менее выраженного отбрасывающего воздействия лопаток на почву в стадии выглубления лопаток.

При радиальном расположении лопаток на дисках процесс взаимодействия их с почвой не обладает какими-либо выраженными характерными особенностями, однако, в некоторой степени ему присущи основные черты изложенных выше процессов деформации почвы для двух случаев расположения лопаток со смещением от радиального. Так, например, в стадии заглубления для ведущего диска более характерно подрезание слоя и рыхление почвы при изменяющемся угле крошения, а на стадии выглубления преобладает функция уплотняющего воздействия лопаток на почву.

Для ведомого диска в стадии заглубления была характерна функция уплотнения почвы, а в стадии выглубления – отбрасывания почвы, но несколько меньше выраженная, чем при положительном угле смещения лопаток от радиального.

Выводы. В результате экспериментальных исследований установлено,что для достижения увеличения вращающего момента и незначительного уплотняющего эффекта от воздействия лопаток на почву угол установки лопаток на ведущем диске следует выбирать положительным, в пределах 10-15°. При этом, если обработка поверхностного слоя ведется после основной, то с целью разрушения комков на поверхности почвы для лопа-

ток заднего диска предпочтительно выбирать отрицательный угол установки.

При обработке уплотненного поверхностного слоя угол установки лопаток ведущего диска предпочтительно выбирать отрицательным, и чем выше плотность поверхностного слоя, тем больший выбирается угол. При этом для лопаток заднего диска необходимо выбирать положительный угол из условия, чтобы внедрение лопатки в почву обеспечивалось лезвием.

Для достижения швыряющего эффекта лопатки заднего диска с целью разрушения отбрасываемых комков почвы о неподвижную плоскость, например, кожух заднего ротора, необходимо выбирать максимально возможный положительный угол установки лопатки заднего диска.

Библиографический список

1. *Дьяченко Г.Н.* Исследование динамики рабочего процесса ротационного рыхлителя почвы / Г.Н.Дьяченко, В.В.Гультяев, Н.А.Сокол // Изв. вузов. Сев.-Кав. регион. Технические науки. – 2004, прил. № 3.

Материал поступил в редакцию 28.02.08.

N.A. SOKOL, V.V. GUL'TYEV

RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF GROUND MELTER

Results of experimental researches rotational ground melter, that works via rotation of working body and not requiring an external power source. Recommendations at the choice of its design data are given.

СОКОЛ Николай Александрович (р. 1940), доцент кафедры «Сервис и техническая эксплуатация автотранспортных средств» ДГТУ, кандидат технических наук. Окончил РИСХМ (1967).
Научные интересы лежат в области земледельческой механики (почвообрабатывающие и посевные машины).
Автор 100 научных статей.

ГУЛЬТЯЕВ Василий Васильевич (р. 1938), доцент кафедры «Теоретическая механика» ДГТУ, кандидат технических наук. Окончил РИСХМ (1967).
Научные интересы – динамика мобильных агрегатов.
Опубликовано свыше 60 научных статей.